ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 30 SEPTEMBRE 1918.

PRÉSIDENCE DE M. LÉON GUIGNARD.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur une équation différentielle ordinaire liée à certains systèmes d'équations linéaires et homogènes aux dérivées partielles.* Note [1] de M. **Paul Appell.**

La théorie que nous allons exposer est générale : elle s'applique à tout système d'équations linéaires et homogènes aux dérivées partielles, dont l'intégrale générale contient linéairement les constantes arbitraires en nombre déterminé. Je me borne, pour plus de clarté, à des systèmes que j'ai déjà étudiés antérieurement.

I. Soient d'abord, comme dans ma dernière Note [2],

$$(1)\qquad \begin{cases} r = a_1 s + a_2 p + a_3 q + a_4 z, \\ t = b_1 s + b_2 p + b_3 q + b_4 z \end{cases}$$

deux équations différentielles simultanées, linéaires et homogènes, dans lesquelles p, q, r, s, t désignent les dérivées partielles premières et secondes de z par rapport aux deux variables indépendantes x et y; les coefficients a_i et b_i sont des fonctions de x et y telles que l'on ne puisse pas, par des différentiations et des éliminations, déduire des équations (1) une relation entre s, p, q et z. Dans ces conditions, comme je l'ai montré autrefois, l'intégrale générale du système (1) contient linéairement quatre constantes

---

[1] Séance du 23 septembre 1918.
[2] *Comptes rendus*, t. 167, 1918, p. 408.

C_1, C_2, C_3, C_4 : elle est de la forme

$$(2) \qquad z = C_1 f_1(x, y) + C_2 f_2(x, y) + C_3 f_3(x, y) + C_4 f_4(x, y).$$

Supposons maintenant que, dans cette intégrale générale, on remplace x et y par des fonctions d'un paramètre auxiliaire u,

$$(3) \qquad x = \varphi(u), \qquad y = \psi(u).$$

Alors z devient une fonction de u qui vérifie, *en général*, une équation différentielle ordinaire, linéaire et homogène, du quatrième ordre. C'est ce qui arrive notamment quand, l'une des variables x ou y étant regardée comme constante, z n'est plus fonction que de l'autre.

Mais, pour certaines déterminations spéciales des fonctions φ et ψ, la fonction z de u vérifie une équation différentielle linéaire et homogène d'ordre *moindre* que 4. J'ai montré, par exemple, à propos d'une question de mécanique céleste, que la fonction hypergéométrique

$$z = F_4(\alpha, \beta, \gamma, \gamma', x, y),$$

dans laquelle x et y sont des fonctions d'un paramètre qui vérifient la relation

$$\sqrt{x} + \sqrt{y} = 1,$$

satisfait à une équation linéaire et homogène du troisième ordre [1].

En écartant le cas facile où l'une des variables x ou y est supposée constante, on peut toujours éliminer u entre les deux relations (3) et prendre

$$(4) \qquad y = f(x).$$

Alors z devient une fonction de x seul; nous désignerons par $z', z'', z''', \ldots$ les dérivées de z par rapport à x, et par $y', y'', y''', \ldots$ celles de y. On aura immédiatement

$$z' = p + q y',$$
$$z'' = r + 2 s y' + t y'^2 + q y'',$$

ou, en remplaçant r et t par leurs expressions (1),

$$z'' = \alpha_1 s + \alpha_2 p + \alpha_3 q + \alpha_4 z,$$

---

[1] *Sur une formule de Tisserand et sur les séries hypergéométriques de deux variables* (*J. de Math. pures et appliquées*, 3e série, t. 10, 1884, p. 407).

les coefficients α_i étant fonctions de x, y, y' et y''. En dérivant de nouveau, déduisant $\frac{\partial s}{\partial x}$ et $\frac{\partial s}{\partial y}$ des équations (1) et recommençant les mêmes opérations deux fois de suite, on a de même

$$z''' = \beta_1 s + \beta_2 p + \beta_3 q + \beta_4 z,$$
$$z^{\text{IV}} = \gamma_1 s + \gamma_2 p + \gamma_3 q + \gamma_4 z,$$

où les β_i contiennent x, y, y', y'', y''' et les γ_i les mêmes quantités avec y^{IV}. On obtient alors, par l'élimination de s, p, q, l'équation

$$(5) \qquad \begin{vmatrix} -z' & 0 & 1 & y' \\ \alpha_4 z - z'' & \alpha_1 & \alpha_2 & \alpha_3 \\ \beta_4 z - z''' & \beta_1 & \beta_2 & \beta_3 \\ \gamma_4 z - z^{\text{IV}} & \gamma_1 & \gamma_1 & \gamma_3 \end{vmatrix} = 0,$$

linéaire et homogène en z du quatrième ordre.

C'est là le cas général; mais supposons maintenant que le déterminant

$$(6) \qquad \Delta = \begin{vmatrix} 0 & 1 & y' \\ \alpha_1 & \alpha_2 & \alpha_3 \\ \beta_1 & \beta_2 & \beta_3 \end{vmatrix}$$

soit *nul;* alors z vérifie une équation linéaire et homogène du *troisième ordre* en plus.

La condition

$$(7) \qquad \Delta = 0$$

forme une équation différentielle du troisième ordre définissant y en fonction de x, et donnant ainsi la détermination la plus générale de y pour laquelle z vérifie une équation linéaire d'ordre moindre que le quatrième; c'est cette équation différentielle (7) qui est liée d'une façon invariante au système (1). Elle reste la même quand on remplace le système (1) par un autre obtenu en faisant le changement de fonction $z = \lambda Z$, λ étant une fonction quelconque de x et de y.

Si l'on peut intégrer le système (1) sous la forme (2), l'intégrale générale de l'équation (7) s'obtient en établissant une relation linéaire et homogène entre f_1, f_2, f_3, f_4; elle est donc

$$(8) \qquad k_1 f_1(x, y) + k_2 f_2(x, y) + k_3 f_3(x, y) + k_4 f_4(x, y) = 0,$$

équation qui définit y en fonction de x et de trois constantes arbitraires qui sont les rapports de trois des constantes k_i à la quatrième.

Inversement, si l'on connaît l'intégrale générale de l'équation (7), on en déduit l'intégrale générale du système (1) par l'intégration d'une différentielle totale à deux variables. L'intégrale générale de (7) pourra en effet s'écrire sous la forme

$$k_1 g_1(x, y) + k_2 g_2(x, y) + k_3 g_3(x, y) + k_4 g_4(x, y) = 0,$$

où les g_i sont proportionnels aux f_i

$$\frac{f_1}{g_1} = \frac{f_2}{g_2} = \frac{f_3}{g_3} = \frac{f_4}{g_4} = \lambda,$$

λ désignant une fonction inconnue de x et de y. Les g_i étant connus par hypothèse, on peut former un système analogue à (1) définissant une certaine fonction Z de x et y et admettant les intégrales fondamentales g_1, g_2, g_3, g_4. La substitution

$$z = \lambda Z$$

transforme ce système dans le système (1) et l'identification détermine $\frac{1}{\lambda}\frac{\partial \lambda}{\partial x}$ et $\frac{1}{\lambda}\frac{\partial \lambda}{\partial y}$.

Cette théorie s'applique, en particulier, aux équations des fonctions hypergéométriques F_2, F_3 et F_4. Les calculs sont trop longs pour être exposés ici.

II. Des considérations analogues s'étendent aux systèmes de trois équations simultanées du type de celles que vérifie la fonction hypergéométrique F_1. L'équation analogue à (7) est alors du deuxième ordre en y.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur l'hétérogénéité de l'acier.*

Note [1] de MM. **H. Le Chatelier** et **B. Bogitch.**

L'attaque par des réactifs chimiques appropriés d'un acier marchand, préalablement poli, dessine sur la surface des plages diversement colorées et inégalement creusées qui accusent une hétérogénéité profonde du métal.

---

(1) Séance du 23 septembre 1918.

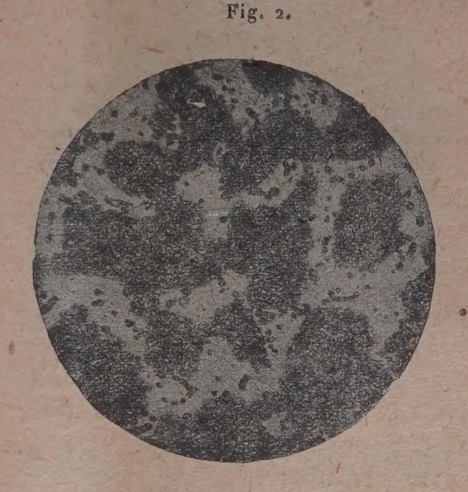
L'acide sulfurique étendu trace des sillons orientés suivant le sens des déformations produites par le laminage; la teinture d'iode, après quelques secondes d'attaque, accuse les régions du métal où se sont accumulées les impuretés, tout particulièrement la zone de ségrégation. Enfin la solution cuprique de M. Stead dessine des figures de corrosion plus nettes encore que celles des réactifs précédents.

L'ensemble de ces procédés d'examen, dont les résultats sont visibles à l'œil nu, porte le nom de *macrographie*, par opposition à la *micrographie*

Fig. 1.

Fer électrolytique
fondu seul dans l'atmosphère d'hydrogène.
Gr. 32.

Fig. 2.



Fer électrolytique seul oxydé par les fumées
pendant la fusion.
Gr. 32.

qui révèle une hétérogénéité microscopique d'une nature toute différente.

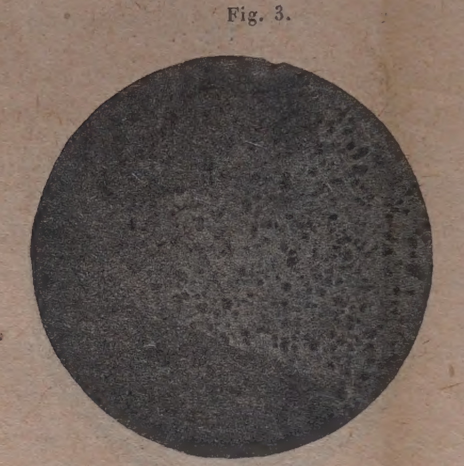
L'hétérogénéité microscopique, découverte par Sorby et complètement étudiée par Osmond, est entièrement due à l'inégale répartition du carbone. Les cellules sont en général de l'ordre de grandeur du centième de millimètre. La structure résultant de leur juxtaposition est extrêmement fugitive; elle se modifie à chaque chauffage et disparaît entièrement par la trempe.

L'hétérogénéité macrographique résulte de la juxtaposition de plages 100 fois plus larges en moyenne. La structure en est indélébile. Dans un même échantillon elle est invariable, quels que soient les traitements

thermiques subis par le métal. L'origine de cette hétérogénéité n'est pas connue d'une façon certaine; on l'attribue en bloc aux impuretés de l'acier.

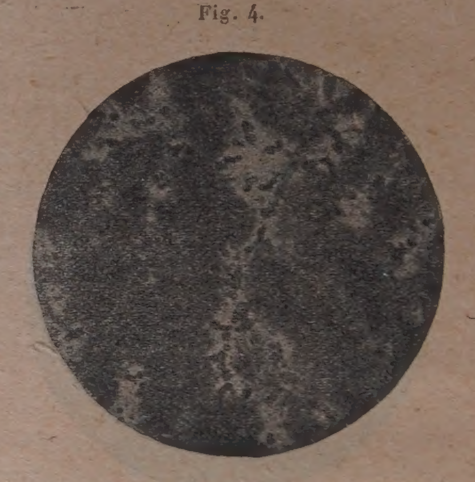
Il n'y a aucune corrélation entre ces deux structures. On peut comparer un bloc d'acier à une feuille de papier sur laquelle on aurait superposé deux impressions indépendantes, l'une en gros caractères avec une encre indélébile, au noir de fumée, et l'autre en petits caractères, orientée dans

Fig. 3.



Fer électrolytique fondu dans l'hydrogène en présence de phosphate de fer.
Ph = 0,136 pour 100. — Gr. 32.

Fig. 4.



Fer électrolytique fondu en présence de phosphate de fer, oxydé par les fumées.
Ph = 0,168 pour 100. — Gr. 32.

un sens quelconque, avec une encre aux couleurs d'aniline, facile à détruire et permettant des modifications successives de cette impression.

Depuis longtemps, la pratique des ateliers a montré l'importance très grande de la macrographie. La qualité des aciers est en relation directe avec l'importance de l'hétérogénéité accusée par ces méthodes d'examen. Il est assez surprenant de voir qu'on ne se soit pas préoccupé davantage jusqu'ici de rechercher quel était l'élément chimique dont l'inégale répartition était ainsi décelée. M. Stead a indiqué que la structure mise en évidence par son réactif se rattachait à la présence du phosphore, mais sans en donner de preuves bien décisives. L'un de nous, en collaboration avec M. Dupuy, a montré au contraire que les aciers les plus complètement exempts de phosphore présentaient la même structure.

Par nos recherches actuelles, nous pensons être arrivés à démontrer définitivement que l'hétérogénéité macrographique des aciers est due à l'oxygène resté en solution solide dans le métal. Sans entrer dans le détail des expériences assez détournées qui nous ont conduits à cette conclusion, nous citerons seulement les faits les plus probants. Toutes nos expériences

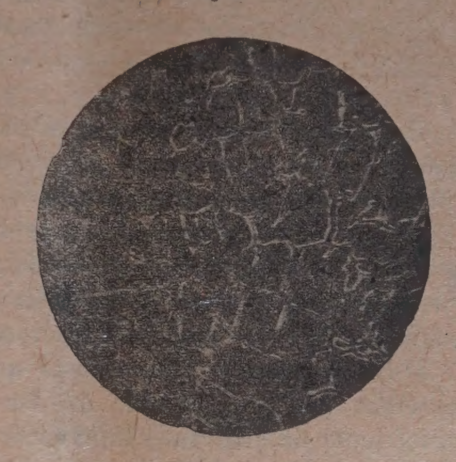
Fig. 5.



Scorie au milieu.

Fer électrolytique fondu en présence de l'oxyde de fer.
Gr. 32.

Fig. 6.



Sulfure de fer libre sous la forme du filament noir.

Fer électrolytique additionné de sulfure de fer, oxydé pendant la fusion.
S = 1,19 pour 100. — Gr. 32.

ont été faites avec le réactif de M. Stead, en employant la formule donnée précédemment par l'un de nous.

1° Le fer électrolytique fondu dans l'hydrogène, soit seul, soit avec une addition de sulfure ou de phosphure de fer, donne toujours une masse macrographiquement homogène (*fig.* 1 et 3). Les expériences ont été faites dans des tubes en silice chauffés au moyen d'un four à gaz soufflé qui donnait en 40 secondes la température de fusion du fer.

La composition des culots ainsi préparés était la suivante :

Numéros des culots et des figures.	Composition chimique.
1	Fer électrolytique fondu : seul.
2	— oxydé pendant la fusion.
3	— contenant 0,136 pour 100 de phosphore.
4	— oxydé et contenant 0,168 pour 100 de phosphore.
5	— additionné de Fe^2O^3.
6	— oxydé et contenant 1,19 pour 100 de soufre.

Ces expériences montrent d'une façon certaine que la présence du soufre et du phosphore est insuffisante pour provoquer l'apparition d'une structure macrographique.

2° Tout échantillon donnant avec le réactif de Stead des figures macrographiques nettes cesse de le faire après chauffage dans l'hydrogène. Si la température est restée inférieure à celle de la fusion du métal, la surface seule est modifiée; l'hétérogénéité subsiste dans la profondeur.

3° En opérant la fusion dans un tube de silice ouvert à l'air, ou en ajoutant un peu d'oxyde de fer à l'un quelconque des échantillons précédents de structure homogène, on fait dans tous les cas apparaître l'hétérogénéité habituelle des aciers industriels (*fig.* 4 et 6). Cela se produit en particulier avec le fer électrolytique seul (*fig.* 2 et 5) qui est cependant complètement exempt de phosphore.

L'ensemble de ces trois séries d'expériences semble établir d'une façon certaine le rôle de l'oxygène.

4° En étudiant des échantillons prélevés successivement au four Martin à diverses périodes de l'opération, on constate qu'avant l'addition finale de manganèse, le métal, encore complètement oxydé, se cuivre très peu ou pas du tout avec le réactif de Stead; après l'addition finale, le métal, partiellement désoxygéné, donne une structure macrographique très nette. Le cuivre se dépose sur les arêtes centrales des cristallites, les premières formées et les plus pures. Le remplissage solidifié en dernier reste brillant.

L'ensemble de ces faits montre que l'hétérogénéité macrographique des aciers tient à la présence de l'oxygène resté en solution solide dans le fer. On sait depuis longtemps que l'oxygène existe en dissolution dans le métal fondu, très certainement à l'état de FeO, mais on admettait que, au moment de la solidification, cet oxygène se séparait du métal, en partie

sous forme de scories oxydées, visibles par simple polissage, et en partie à l'état d'oxyde de carbone, donnant naissance aux soufflures. En réalité une partie reste en solution solide, mais la répartition n'est pas homogène, les parties de l'acier solidifiées les dernières seraient plus riches en oxygène. Comme dans toutes les solutions semblables, la composition varie progressivement d'un point à l'autre, de telle sorte que les contours de séparation entre les parties les plus oxygénées et les plus pures, cristallisées au début de la solidification, ne sont pas nets, mais estompés.

Cette existence de l'oxygène en solution solide dans le fer peut donner l'explication d'un fait depuis longtemps signalé par M. Mahler. La résistance électrique des aciers marchands peut se calculer très exactement en partant de leur composition chimique et attribuant une résistivité déterminée à chacun des éléments étrangers au fer. Cette règle est en défaut pour les échantillons de métal prélevés avant l'addition finale de manganèse. La résistance mesurée ne concorde pas avec celle que donne la formule. Cette différence résulte sans doute de la présence de l'oxygène, dont les analyses ne tiennent pas compte.

BOTANIQUE. — *Classification des Dicotylédones. Haplogones.* Note [1] de M. **Paul Vuillemin.**

Les Dicotylédones offrent divers degrés d'évolution, entre lesquels on distingue, suivant les principes énoncés précédemment [2], les types Haplogones (Amphigones ou Acrogones) et Anthogones. L'enchaînement de ces types permet de relier les classes, ordres, familles, adoptés en systématique.

L'analyse fournit un ensemble de caractères servant à définir chaque catégorie. Elle distingue des qualités de forme, de structure, de texture, communes à tous les êtres vivants, à toutes les plantes, ou propres à un groupe plus ou moins étendu, à une plante donnée. Des qualités de même ordre, n'intéressant pas la plante entière, permettent d'en séparer des parties. Ces parties sont des fractions si la plante est prise pour unité. Une convention commode prend les parties pour unités en considérant la plante comme une pluralité. On peut mesurer l'étendue géométrique, la masse, le

---

(1) Séance du 23 septembre 1918.

(2) *Comptes rendus*, t. 167, 1918, p. 449.

poids des parties, préciser leurs connexions, leur nombre; mais la quantité est subordonnée à la qualité qui, seule, donne le moyen de discerner les parties dans le tout. La numération n'a qu'une valeur relative à celle des éléments comptés; s'il est aisé de s'assurer qu'ils s'équivalent en qualité, l'équivalence quantitative est plus délicate à apprécier, car plusieurs parties concrescentes sont souvent confondues avec une unité simple. Les qualités impondérables dominent celles qui se pèsent, autant que celles-ci, au dire de Jussieu, l'emportent sur celles qui se comptent.

Nous n'insisterons pas sur les excellents indices d'affinité livrés par la morphologie, l'anatomie, l'histologie de l'appareil végétatif, notamment par les systèmes sécréteurs. Rappelons seulement que les vestiges d'un état primitif persistent plus longtemps dans la feuille engainante ou stipulée que dans les organes sexuels.

Les caractères tirés de l'appareil reproducteur, loin de perdre de leur intérêt, se trouvent épurés ou renforcés par les progrès de l'anatomie.

L'ovule est droit ou courbe, campylotrope ou anatrope, hyponaste ou épinaste, unitegminé ou bitegminé. Le placenta est libre, basilaire, facial ou marginal, selon ses connexions avec le phyllome carpellaire. Les carpelles sont ouverts ou clos; l'ovaire est syncarpe uniloculaire, monocarpe, apocarpe ou syncarpe pluriloculaire. L'amande est réduite à l'embryon ou pourvue d'albumen et de périsperme.

L'anthère biloculaire appartient sans doute à une étamine composée, dont le type simple, uniloculaire, se rencontre plus rarement. Primitivement indépendantes, les étamines confluent par les filets, parfois par les anthères, quand l'espace fait défaut. Les troncs formés par la concrescence initiale se dissocient en étamines multiples quand l'épanouissement agrandit l'espace d'abord trop mesuré; ils semblent se ramifier, se diviser. La déhiscence est introrse, extrorse ou latérale, longitudinale ou transversale, linéaire, poricide ou valvicide.

La gamopétalie est un phénomène de même ordre que la monadelphie; la corolle gamopétale n'est pas plus une corolle monopétale découpée sur les bords, que la phalange d'étamines n'est une étamine méristémone. Parfois l'étamine et le pétale superposé proviennent d'un rudiment commun, ou ne comptent que pour un dans l'alternance régulière des verticilles.

Les nectaires annexés au réceptacle, au calice, à la corolle, à l'androcée ou au pistil ne doivent pas être négligés.

Les connexions des pièces diverses qui composent l'haplogonelle ou l'anthogonelle, leur indépendance ou leur concrescence, fournissent des

caractères dont l'importance a été exagérée, mais ne saurait être méconnue. Tels sont l'hypogynie, la périgynie ou l'épigynie, l'ovaire supère, semi-infère ou infère.

L'arrangement phyllotaxique est plus important que les données purement numériques. Enfin les troubles de symétrie, les formes étranges qui attirent le regard et que l'horticulture sélectionne à l'envi, ne dépassent guère la portée d'un accident fréquent.

La valeur systématique des caractères décline sensiblement suivant l'ordre où nous les avons mentionnés. Gardons-nous toutefois de considérer leur subordination comme une hiérarchie immuablement arrêtée. Tel qui, dans la règle, est insignifiant, se maintient à travers des lignées étendues, parfois renforcé par la sélection naturelle.

Appliquons ces données à la classification des Haplogones.

La classe des Amentales répond essentiellement aux Amphigones. Elle renferme sept ordres.

Les Casuarinées ont les feuilles réduites à la gaine, tandis que les ovules sont anatropes hyponastes et l'ovaire muni d'une seconde loge rudimentaire. Les Juglandinées ont un ovule droit partant du fond d'une loge unique, mais des feuilles hautement différenciées. Le contraste entre l'appareil reproducteur et l'appareil végétatif interdit d'inscrire à la base des Amentales ces deux ordres, dont la chalazogamie atteste pourtant la commune infériorité. Ce caractère se retrouve d'ailleurs chez des Anthogones (*Rhus*).

Les Myricinées répondent mieux à l'idée d'un type primitif, mais en pleine évolution. Si les stipules sont inconstantes, le limbe est de forme simple et mal arrêtée; l'ovaire est syncarpe uniloculaire. L'ovule, droit et basilaire dans la famille des Myricacées, est hyponaste chez les Garryacées et les Balanopsées. La graine exalbuminée, les anthères extrorses, opposent les Myricacées aux deux autres familles.

Les autres ordres sont généralement stipulés. Les Pipérinées sont caractérisées par le périsperme amylacé doublant un albumen charnu. Les Pipéracées ont l'ovaire syncarpe uniloculaire, rarement monocarpe, l'ovule droit et les anthères introrses; les Cabombacées ont le pistil apocarpe, l'ovule et les anthères variables.

En dehors des Pipérinées, le périsperme amylacé est connu dans deux familles de Dicotylédones, les Hydnoracées et les Nymphéacées. Ce caractère exceptionnel, joint à l'hermaphrodisme, éloigne les Hydnoracées des Rafflésiacées dans lesquelles on les range à tort. Les Hydnoracées ont l'ovule droit, l'ovaire syncarpe uniloculaire comme les Pipéracées, les

anthères extrorses comme les *Cabomba* et les *Lactoris* parmi les Cabombacées. La concentration de la gonelle est préparée chez les Pipéracées de la tribu des Gymnothécées : les écailles stériles, pétaloïdes, rassemblées à la base du spadice raccourci des *Houttuynia*, *Anemiopsis*, donnent déjà à l'amphigonelle l'apparence d'une fleur ; l'ovaire multiovulé devient infère chez les *Gymnotheca* par l'insertion épigyne des étamines. Les Hydnoracées sont donc un prolongement direct de l'ordre des Pipérinées parmi les Acrogones. Elles n'en diffèrent que par la réduction parasitaire de l'appareil végétatif et par un degré d'évolution plus avancé de l'appareil reproducteur. Par les Nymphéacées, les Pipérinées se prolongent jusqu'au niveau des Anthogones.

Les Chloranthinées diffèrent surtout des Pipérinées par l'absence du périsperme. Le pistil est monocarpe chez les Chloranthacées, Cératophyllacées, Platanacées, apocarpe chez les Liquidambarées, Leitnériacées; l'ovule est droit, mais pendant, dans les trois premières familles, hyponaste dans les deux autres. Les Cératophyllacées se distinguent par les anthères extrorses. Les Chloranthinées se continuent au sein des Anthogones par les Nélumbiacées, comme les Pipérinées par les Nymphéacées.

Les Salicinées ont l'ovaire syncarpe uniloculaire, mais les ovules anatropes; les anthères sont extrorses chez les Salicacées, introrses chez les Lacistémacées.

Les Cupulifères ou Castaneales ressemblent aux Casuarinées par l'ovaire pluriloculaire, les ovules hyponastes, la graine exalbuminée. Les anthères sont extrorses dans la famille des Ulmacées, plus souvent introrses chez les Bétulacées, Corylacées, Castanéacées.

De la souche des Myricinées dérivent, d'une part les Pipérinées et les Chloranthinées, d'autre part les Salicinées et, entre les deux branches, les Juglandinées, Casuarinées et Cupulifères.

Les Acrogones comprennent quatre classes dérivées des Amentales. Les Cytinales sont directement unies aux Pipérinées par les Hydnoracées juxtaposées aux Cytinacées rectovulées, uniloculaires. L'ovaire est encore syncarpe uniloculaire chez les Rafflésiacées et les Datiscacées anatropes, pluriloculaire chez les Balanophorées rectovulées ou anatropes et les Bégoniacées anatropes. D'ailleurs proches des Bégoniacées, les Népenthacées ont l'ovaire supère et l'albumen abondant. Les Aristolochiacées ont les principaux caractères des Cytinales; mais l'hermaphrodisme indique qu'elles se sont détachées de la base de la série, au voisinage des Hydnoracées.

Les Polygonales dérivent de la souche des Myricinées; elles se distin-

guent par l'albumen amylacé. Elles se divisent en deux ordres : les Polygoninées avec une seule famille à feuilles engainantes, ovule droit, ovaire uniloculaire, les Illécébrinées, souvent campylotropes, formées des Illécébracées, Portulacacées, Basellacées, Chénopodiacées, Amarantacées, Nyctaginacées, Aizoacées, Phytolaccacées. L'albumen amylacé se retrouve dans plusieurs familles prolongeant les Polygonales parmi les Anthogones.

La classe des Sterculiales a été méconnue, parce que l'emploi abusif de la méthode déductive a fait considérer les *Sterculia* comme des Malvacées dégradées; c'est un type très ancien, dont on trouve les vestiges dans l'Infracrétacé. Les Malvacées en sont un prolongement parmi les Anthogones. Les Sterculiales sont primitivement diclines; c'est une branche d'Acrogones apocarpes, dont l'origine n'est pas loin de celle des Chloranthinées sur la souche des Myricinées. Nous y plaçons les Sterculiacées (sens restreint), d'où partent les Lardizabalées et les Myristicacées comprenant plusieurs tribus (Myristicées, Eupomatiées, Trochodendrées, Schizandrées) et, peut-être, les Céphalotées.

Partant de la souche stipulée des Juglandinées, la classe des Urticales comprend une maîtresse branche formée de familles généralement stipulées : Urticacées, Thélygonées, Artocarpées, aboutissant aux Euphorbiacées où l'acrogonelle passe insensiblement à l'anthogonelle. Deux branches latérales sans stipules portent, d'une part, les Pénéacées, Elæagnacées, Batidées; d'autre part, les Santalacées et les Loranthacées, les Protéacées et les Thyméléacées.

NOMINATIONS.

M. le **Secrétaire perpétuel** donne lecture d'une lettre de M. le Dr **Bertillon**, qui, au nom du **Comité central des ligues de familles nombreuses**, invite l'Académie à se faire représenter au sein de l'assemblée que ce Comité a pris l'initiative de réunir à Paris du 17 au 20 octobre prochain.

M. **Émile Picard** est chargé de cette mission.

CORRESPONDANCE.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

Oscillographe cathodique Dufour *pour haute fréquence. Enregistrement et étude de courants de télégraphie sans fil.* (Présenté par M. J. Violle.)

M. **Léon Guillet** adresse un Rapport relatif à l'emploi qu'il a fait de la subvention qui lui a été accordée sur la *Fondation Loutreuil* en 1917.

GÉOMÉTRIE INFINITÉSIMALE. — *Sur les variétés de Beltrami à trois dimensions.* Note (¹) de M. E. Cartan, présentée par M. Appell.

Étant donné un espace euclidien à n dimensions, je dirai qu'une variété à trois dimensions située dans cet espace est une variété de Beltrami si son ds^2 est de courbure constante et égale à -1, ou encore si elle est applicable sur l'espace non euclidien hyperbolique à trois dimensions de courbure -1.

A la considération du réseau asymptotique qui joue un rôle fondamental dans la théorie des variétés développables (de courbure nulle) doit être substituée ici celle du réseau *asymptotico-isotrope* obtenu en adjoignant au réseau asymptotique le cône isotrope situé dans l'hyperplan tangent. Soit h' l'ordre de ce nouveau réseau. *Pour qu'une variété réelle soit une variété de Beltrami il faut que le réseau asymptotico-isotrope admette comme cônes de base h' plans doubles réels.*

Cette condition nécessaire montre déjà que h' est au moins égal à 3 et par suite n au moins égal à 5; sinon le cône isotrope ne pourrait pas faire partie du réseau considéré.

Nous dirons qu'un plan tangent (II) est *principal* si le plan (II), consi-

---

(¹) Séance du 23 septembre 1918.

déré comme plan double, fait partie du réseau asymptotico-isotrope; tout plan distingué est principal, sans que la réciproque soit vraie. Considérons la variété plane caractéristique de l'hyperplan normal quand le point M se déplace d'une manière quelconque sur la variété donnée et, dans l'hyperplan normal, la variété plane (R) polaire de celle-là par rapport à l'hypersphère de centre M et de rayon $\sqrt{-1}$; cette variété plane (R) est située dans l'hyperplan normal principal et se confond avec lui si le cône isotrope ne fait pas partie du réseau asymptotique; elle a une dimension de moins que lui dans le cas contraire. Cette variété plane (R) est encore le lieu des extrémités des vecteurs d'origine M égaux et opposés aux vecteurs « courbure normale » des courbes tracées sur la variété donnée et passant par M. Cela posé, si le point M se déplace sur la variété tangentiellement à un plan tangent donné, il n'existe dans (R) aucun point commun à l'hyperplan normal en M et à l'hyperplan normal infiniment voisin; il y a exception si le plan tangent est *principal :* il lui correspond alors dans (R) un point que j'appellerai le *centre de courbure principal* correspondant au plan tangent principal.

Pour qu'une variété réelle soit une variété de Beltrami, il faut et il suffit qu'il existe h' plans tangents principaux réels, tels que les h' centres de courbure principaux correspondants soient conjugués deux à deux par rapport à l'hypersphère de centre M *et de rayon* $\sqrt{-1}$.

J'insisterai sur les variétés de Beltrami de l'espace à cinq dimensions. On a ici $h' = 3$; il existe donc trois plans tangents principaux nécessairement rectangulaires entre eux; la variété plane (R) est à deux dimensions, c'est le plan normal. Il faut et il suffit que les trois centres de courbure principaux A_1, A_2, A_3 forment un triangle conjugué par rapport à la circonférence de centre M et de rayon $\sqrt{-1}$, autrement dit que le triangle $A_1A_2A_3$ admette le point M pour orthocentre et que la puissance de M par rapport au cercle circonscrit soit -2. Le lieu des extrémités des vecteurs égaux et opposés aux courbures normales est la région intérieure au triangle $A_1A_2A_3$; d'une manière plus précise l'extrémité du vecteur égal et opposé à la courbure normale d'une courbe (C) tracée sur la variété est le barycentre des trois points A_1, A_2, A_3 respectivement affectés comme masses des carrés des cosinus directeurs de la tangente à la courbe par rapport aux trois tangentes principales. Il y a quatre tangentes asymptotiques symétriques deux à deux par rapport aux plans tangents principaux.

Ces variétés de Beltrami de l'espace à cinq dimensions dépendent de six fonctions arbitraires d'un argument; le système différentiel qui les fournit admet six familles de surfaces caractéristiques réelles : les lieux des extrémités des vecteurs opposés aux courbures normales des courbes tracées sur ces caractéristiques sont les trois hauteurs du triangle $A_1 A_2 A_3$.

Les six familles de caractéristiques se partagent en trois couples de deux; deux surfaces caractéristiques du même couple se coupent suivant une *ligne de courbure;* deux surfaces caractéristiques de deux couples différents se coupent suivant une ligne asymptotique; une même ligne asymptotique appartient à trois surfaces caractéristiques de trois couples distincts. Notons enfin que la variété admet trois familles de *surfaces principales*, c'est-à-dire de surfaces tangentes en chacun de leurs points M à l'un des plans tangents principaux correspondant à ce point.

Les variétés de Beltrami de l'espace à $n > 5$ dimensions jouissent de propriétés analogues, mais moins remarquables. Je me contenterai d'indiquer leur degré de généralité.

Si $n = 6$, les variétés de Beltrami dépendent de trois fonctions arbitraires de deux arguments, il y a en général quatre plans tangents principaux, mais pas nécessairement quatre familles de surfaces principales. Toutefois s'il existe *une* famille de surfaces principales, il en existe quatre.

Si $n = 7$, les variétés de Beltrami dépendent d'une fonction arbitraire de trois arguments : il en est de même si, n étant supérieur à 7, le réseau asymptotico-isotrope est d'ordre $h' = 5$; il y a une infinité de plans tangents principaux et les centres de courbure principaux décrivent dans l'hyperplan (R) à quatre dimensions une courbe normale (unicursale) du quatrième ordre.

Enfin si $n \geq 8$, les variétés de Beltrami dépendent de $n - 6$ fonctions arbitraires de trois arguments.

Dans le cas où les variétés de Beltrami seraient imaginaires, le réseau asymptotico-isotrope pourrait appartenir à un type projectif donné arbitraire, à condition de supposer n suffisamment élevé.

MAGNÉTISME. — *Sur les coefficients d'aimantation de l'oxygène, de l'oxyde azotique et la théorie du magnéton.* Note de MM. **Edmond Bauer**, **Pierre Weiss** et **Auguste Piccard**, présentée par M. J. Violle.

La théorie du magnéton a donné une grande importance aux mesures des coefficients d'aimantation. Celles-ci permettent en effet de soumettre

au contrôle de l'expérience la loi des rapports rationnels entre les moments magnétiques moléculaires et d'une façon indirecte, il est vrai, les hypothèses cinétiques qui sont à la base de la théorie de Langevin.

C'est aux gaz paramagnétiques que la théorie s'applique de la façon la plus immédiate. Les coefficients d'aimantation de l'oxygène et de l'oxyde azotique ont déjà fait l'objet de deux Notes [1]. Il y avait intérêt à reprendre leur mesure par des méthodes nouvelles afin d'éliminer toute cause d'erreurs systématiques. Nous avons employé trois méthodes différentes. Les deux premières étaient des variantes de celle qui avait servi autrefois. En principe, on mesure alternativement la dénivellation magnétique de l'eau dans une atmosphère d'hydrogène h_0 et dans le gaz à étudier h. On obtient la susceptibilité $\varkappa$, rapportée directement à la susceptibilité de l'eau $\varkappa_0$, qui est bien connue, à l'aide de la formule $\varkappa = \varkappa_0 \frac{h - h_0}{h_0}$.

L'un de nos appareils ne différait pas sensiblement des tubes en U qui avaient servi dans les précédentes mesures. L'autre appareil était un tube en O permettant d'opérer en vase clos à l'abri de l'oxygène de l'air et des perturbations de la pression atmosphérique. C'est avec cet appareil que nous avons trouvé une cause d'erreurs assez importantes dont il n'avait pas encore été tenu compte. La dissolution d'un gaz magnétique dans l'eau abaisse sa susceptibilité (diamagnétique) d'une très petite quantité, 4 à 6 pour 1000 au maximum. Mais si l'eau change de propriétés d'une expérience à l'autre, si, pendant la mesure de h_0, elle ne dissout que de l'hydrogène, sans influence sur sa susceptibilité, tandis qu'elle absorbe du gaz paramagnétique pendant la mesure de h, il en résulte, sur la différence $h - h_0$, une erreur par défaut qui peut atteindre 3,3 pour 100 pour l'oxygène, 5 pour 100 pour NO.

Afin d'éviter cette erreur, nous nous sommes efforcés de faire les mesures de h et h_0 avec le même liquide, condition impossible à réaliser entièrement. Néanmoins, il est facile de voir qu'en remplissant l'appareil au début de l'expérience d'eau privée de tout gaz en dissolution et commençant par la mesure sous l'hydrogène, on obtient un nombre trop faible; au contraire, en saturant au préalable l'eau du gaz magnétique à étudier, la mesure donne un nombre probablement trop fort, mais assez voisin de la valeur réelle. Nous sommes arrivés ainsi à enfermer les valeurs possibles des coef-

(1) *Comptes rendus*, t. 155, 1912, p. 1234; et t. 157, 1913, p. 916.

ficients d'aimantation à 20° C., χ_{20} entre des limites étroites différant l'une de l'autre de moins de 1 pour 100 :

		O^2.	NO.
χ_{20}	limite inférieure......	$1,0695.10^{-4}$	$0,483.10^{-4}$
	limite supérieure.....	$1,0790.10^{-4}$	$0,486.10^{-4}$

La troisième méthode est nouvelle et indépendante de cette cause d'erreurs : étant donnée une colonne horizontale d'un gaz paramagnétique aboutissant d'un côté dans l'atmosphère et de l'autre dans un champ magnétique H, on mesure directement l'excès $\frac{\chi H^2}{2}$ de la pression dans le champ sur la pression extérieure, à l'aide d'un petit manomètre à eau. Pour que l'eau ne subisse pas l'action du champ, on interpose entre le manomètre et le gaz à étudier un tube rempli d'un gaz non magnétique, comme CO^2 (très faiblement diamagnétique) qui transmet la pression au manomètre.

Il faut que la zone d'interdiffusion des deux gaz, qui s'étend peu à peu, reste confinée pendant toute la durée d'une mesure dans une région de champ magnétique uniforme. On y arrive en raccordant les deux colonnes gazeuses par un labyrinthe ([1]), c'est-à-dire un tube de diamètre variable, recourbé en S multiple, assez ramassé pour être tout entier dans un champ magnétique uniforme. Grâce à cet appareil, la diffusion ne devenait gênante qu'une minute au moins après le remplissage, ce qui donnait chaque fois le temps de faire trois lectures avec champ et trois sans champ. Nous avons obtenu ainsi les nombres définitifs qui suivent (σ représente le moment magnétique par molécule ou atome-gramme, calculé à l'aide de la formule de Langevin) :

(O^2) $\chi_{20} = 1,077.10^{-4} \pm 0,003\ .10^{-4}$, $\sigma_{O^2} = 1,587.10^4$, $\sigma_O = 0,793$,

(NO) $\chi_{20} = 0,487.10^{-4} \pm 0,0025.10^{-4}$, $\sigma_{NO} = 1,033.10^4$.

En divisant par le magnéton-gramme 1123,5, on obtient, par atome d'oxygène $n = 7,06$ et par molécule d'oxyde azotique $n = 9,20$, deux nombres *qui ne sont pas entiers*. Même pour l'oxygène, la différence de 1 pour 100 entre n et un entier n'est pas attribuable à des erreurs d'expérience qui devraient atteindre 2 pour 100. Si l'on supposait les deux atomes librement articulés dans la molécule, on obtiendrait, il est vrai, des

([1]) A. Piccard et O. Bonazzi, *Archives de Genève*, t. 42, 1916, p. 328.

nombres entiers de magnétons ($n = 9,99$ pour l'oxygène); mais, jusqu'à présent, la valeur de la chaleur spécifique suggère plutôt l'hypothèse de la molécule rigide.

En conclusion, ces mesures, calculées à la manière habituelle, sont en contradiction avec la théorie du magnéton. Cependant celle-ci repose, par ailleurs, sur un ensemble si étendu de concordances qu'il ne nous semble pas permis d'y renoncer.

Deux hypothèses sont possibles. Ou bien l'oxygène et son composé seraient une exception à la loi générale, ou bien les discordances observées seraient dues à un écart entre la théorie cinétique classique et les faits. De tels écarts sont fréquents. Rappelons d'une part les faits qui ont rendu nécessaire l'hypothèse des quanta et, d'autre part, les formes inattendues trouvées par l'un de nous pour l'équation caractéristique des fluides [1].

PHYSIQUE. — *De la thermo-électricité du tungstène.* Note de M. H. Pécheux, présentée par M. J. Violle.

Comme suite à mes recherches de thermo-électricité, j'ai étudié récemment trois filaments de tungstène étirés, fournis par la Société Lacarrière (usine de Courbevoie), et fabriqués antérieurement à 1914.

Ces filaments, relativement purs, présentent entre eux, cependant, des écarts suffisants pour qu'il soit permis d'admettre, *a priori*, une différence de constitution mécanique ou chimique. J'ajoute que ces écarts sont d'un ordre inférieur à ceux que fournit le tantale, dont j'ai fait l'étude en 1911 [2].

J'ai traité lesdits filaments par l'eau régale pure; l'attaque est *très lente*, même à chaud; j'ai constaté, dans les chlorures obtenus, la présence du fer, en traces appréciables, mais en quantité variable de l'un à l'autre. D'autre part, j'ai mesuré les variations de résistance des trois filaments (longueur : 40^{cm}; diamètre variant de $\frac{1}{10}$ à $\frac{435}{1000}$ de millimètre), en les portant à des températures comprises entre 21° et 200°, repérées à l'aide d'un bon thermomètre à mercure; ceci, à l'aide d'une boîte d'ohms montée en pont de Wheatstone (de Chauvin et Arnoux). Les résultats obtenus m'ont permis de calculer les formules suivantes donnant la résistivité à $t°$,

(1) P. Weiss, *Comptes rendus*, t. 167, 1918, p. 74, 232, 293, 364.

(2) *Comptes rendus*, t. 153, 1911, p. 1140.

en microhms; les trois échantillons sont classés, ci-après, dans l'ordre de *pureté décroissante*, les deux derniers étant sensiblement *plus riches en fer* que le premier, lequel a été obtenu *plus écroui* que les deux autres (ce fil est *cassant*) :

$$\text{Tungstène (G)} : \rho_t = 5,30\,(1 + 0,0054\,t + 0,0000195\,t^2);$$
$$\text{Tungstène (F)} : \rho_t = 5,41\,(1 + 0,0037\,t + 0,0000041\,t^2);$$
$$\text{Tungstène (M)} : \rho_t = 5,31\,(1 + 0,0048\,t + 0,0000015\,t^2).$$

L'accroissement de résistivité, avec la température, est très sensiblement moindre avec les deux derniers (plus riches en fer) qu'avec le premier (le plus pur, mais le plus écroui).

Cette classification faite, j'ai réalisé des couples tungstène-cuivre pur, dont la soudure chaude a été portée, successivement, dans des bains à températures fixes, connues (bains de fusion ou d'ébullition), la température constante de 21° étant maintenue à la soudure froide. Chaque couple était relié directement à un galvanomètre Deprez-d'Arsonval (type Ducretet), soigneusement étalonné en microvolts, à l'aide d'un étalon de force électromotrice Weston (1,0186 volt à 20°). Les forces électromotrices relevées, entre 21° et 630°, m'ont permis de calculer les formules des pouvoirs thermo-électriques, données par le Tableau ci-dessous, en microvolts. Le tungstène est *négatif* par rapport au cuivre, après la température d'inversion.

$$\text{Cuivre-tungstène (G)} : \frac{dE}{dt} = 0,0336\,t - 0,651 \text{ (inversion à 39°)};$$
$$\text{Cuivre-tungstène (F)} : \frac{dE}{dt} = 0,0339\,t - 1,120 \text{ (inversion à 69°,5)};$$
$$\text{Cuivre-tungstène (M)} : \frac{dE}{dt} = 0,0358\,t - 1,249 \text{ (inversion à 66°)}.$$

De l'examen de ce Tableau et de la comparaison des résultats qu'il renferme (obtenus après 5 ou 6 recuits), avec ceux d'un premier essai, il résulte que :

1° Le coefficient angulaire de la droite représentative du pouvoir thermo-électrique, et, par suite, l'accroissement de ce pouvoir thermo-électrique, est d'autant plus élevé que la teneur en fer est plus grande elle-même;

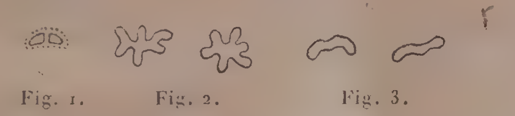
2° Le recuit relève le pouvoir thermo-électrique de tous les couples;

3° A recuit égal, le pouvoir thermo-électrique s'accroît *d'autant plus* que le filament est *moins écroui* à l'origine (le tungstène M est le moins écroui).

Dans la série thermo-électrique, le tungstène se place entre le cuivre et le platine; le cuivre étant, lui-même, entre le tantale et le tungstène.

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Sur les coupes des soies artificielles.* Note de M. DE CHARDONNET, présentée par M. Deslandres.

On sait que la coupe transversale d'un fil de soie grège de cocon se présente sous la forme d'une sorte de croissant (*fig.* 1, ligne ponctuée) formé par le *grès* ou *gomme* enrobant deux brins de soie proprement dite (matière connue sous le nom de *séricine*). Ces brins, produits chacun par l'une des deux *filières* débouchant sur la tête du ver à soie, offrent, en coupe, l'aspect d'un triangle dont les angles seraient arrondis. Dans l'opération de la *cuite* ou *décreusage* de la soie, le grès se dissout dans le réactif savonneux ou alcalin, et les deux brins sont mis en liberté : ils apparaissent alors avec leur forme et tout leur éclat.


Fig. 1. Fig. 2. Fig. 3.

Les fibres de soie artificielle sont produites au moyen de la projection, dans un liquide ou dans l'air, d'une mince veine liquide qui se coagule instantanément au sortir de l'orifice par lequel elle s'écoule. Le liquide se solidifie, soit par évaporation du dissolvant, soit par précipitation de la matière qu'il tient en dissolution. Le premier cas se rapporte à la soie de collodion (Chardonnet), à la soie de gélatine (Vanduara), aux filaments de sucre, etc. Le second cas comprend la soie dite *Glanzsloff* (solution de cellulose dans l'ammoniure de cuivre), la soie de *viscose* (xantrate de cellulose), certains filaments pour lampes électriques (solution de cellulose dans l'acide sulfurique), etc. Toutes choses égales d'ailleurs, les filaments obtenus par précipitation ne peuvent offrir ni la même solidité, ni la même transparence que les soies formées par évaporation, puisque *précipitation* signifie en même temps *discontinuité*.

Les soies obtenues par précipitation présentent généralement, en coupe,

un cercle plus ou moins parfait; les soies obtenues par dessiccation offrent, au contraire, des particularités qui influent sur leur emploi industriel. Nous examinerons ici les coupes des soies de Chardonnet, les seules soies formées par évaporation qui soient employées dans la pratique.

Celles-ci peuvent être filées de deux manières : soit en projetant le collodion dans l'eau, soit en le projetant dans l'air.

Dans le premier cas, on emploie généralement un collodion très fluide, par exemple 50^{g} de pyroxyline sèche pour 1^{l} du mélange alcool-éther. Au contact de l'eau, la surface de la veine fluide sortant à l'état cylindrique du bec capillaire se coagule instantanément au contact de l'eau, et la pellicule ainsi formée, quoique très mince, conserve ultérieurement tout son développement; en sorte que, pendant la dessiccation du fil, elle se replie sur elle-même, réduisant la section totale au volume du solide final. Les coupes se présentent alors sous les formes étoilées de la figure 2. Si l'on file dans l'eau un collodion plus épais, le rapport entre les volumes du collodion et du fil diminuant, la coupe devient plus ramassée sur elle-même. Avec un peu d'habitude on peut même estimer, approximativement, la concentration du collodion employé en examinant les coupes.

Lorsqu'on file à l'air, on emploie des collodions beaucoup plus épais, contenant 250^{g} à 200^{g} d'hydrate de pyroxyline (renfermant environ 26 pour 100 d'eau) pour 1^{l} du dissolvant; alors, d'une part, la coagulation se fait moins vite, et, d'autre part, le solide final présente une section plus grande. Il en résulte une coupe beaucoup moins contournée, comme dans les exemples que montre la figure 3.

On reconnaît donc facilement, à sa coupe, si une soie de collodion a été filée à l'air ou à l'eau.

On nomme *couverture* la propriété que possède une soie de garnir plus ou moins bien, avec un poids donné, de fils jointifs, la surface d'une étoffe ou d'une pièce de passementerie. Cette faculté augmente en raison inverse de la densité apparente de la soie. Toutes choses égales d'ailleurs, plus les fils sont ronds et réguliers, moins ils occupent d'espace. Les soies de collodion ont donc ici l'avantage; il faudrait même, à ce point de vue, préférer les soies filées à l'eau. Mais d'autres considérations ont fait adopter la filature à l'air, d'autant plus que la couverture des soies filées à l'air est suffisante pour compenser la faible différence de densité réelle existant entre la soie naturelle et la soie artificielle, la densité apparente des deux textiles se trouvant finalement être à peu près la même.

On peut, au moyen d'artifices, obtenir au laboratoire des fils de collodion d'une extrême ténuité, parfaitement cylindriques comme ceux de l'araignée, plus fins que ces derniers. On a vu à l'exposition universelle de 1889 des fils

de un millième de millimètre de diamètre. Pour obtenir ces échantillons, on dissout 2g à 3g de pyroxyline sèche dans 60g d'alcool et 40cm³ d'éther. On projette ce collodion à travers la pointe d'un tube de verre étiré très fin, dans de l'alcool dilué. L'alcool ralentit la dessiccation de la surface du fil, dont le centre sèche en même temps que la périphérie : le brin conserve une forme cylindrique parfaite.

MINÉRALOGIE. — *Sur les mélanges isomorphes.* Note de M. **Paul Gaubert.**

Pour étudier la constitution des mélanges isomorphes, je me suis adressé, non à des substances dont les propriétés des cristaux purs sont voisines, comme on l'a fait habituellement, mais à celles dont certaines propriétés sont très différentes (coloration, réfringence, degré de stabilité, etc.). L'examen des propriétés physiques des cristaux complexes et l'étude du partage de l'une des deux substances, entre l'eau-mère et les cristaux en voie d'accroissement de l'autre corps isomorphe, fournissent des indications sur le mode d'association des deux composants du cristal.

Dans ce but, j'ai examiné : 1° les mélanges des perchlorates de potassium et d'ammonium avec le permanganate de potassium, des chromates, sulfates, séléniates de potassium, de cæsium et de rubidium avec le manganate de potassium (coloration); 2° les mélanges des sels de thallium, d'argent et de plomb avec les sels correspondants de potassium, de sodium et de baryum (différence des indices de réfraction produisant l'opacité des cristaux); 3° les mélanges contenant des sels d'argent ou du manganate de potassium (stabilité).

Parmi les faits observés, je me propose dans cette Note de signaler les suivants, faciles à constater :

Les cristaux des chromates et séléniates de potassium, de rubidium et de cæsium formés dans une solution contenant du manganate de potassium [1] se colorent en vert, quel que soit le degré de dilution de ce dernier sel; l'intensité de la coloration et, par conséquent, la quantité de manganate contenue dans les cristaux de chromate et de séléniate est proportionnelle à celle qui se trouve dans la solution, du moins tant que celle-ci est infé-

---

[1] Ces mélanges ont déjà été étudiés par W. Retgers, qui a obtenu des résultats partiellement différents des miens (*Zeitsch. f. phys. Chemie*, t. 8, 1891, p. 6).

rieure à 5 pour 100. Les cristaux colorés sont stables, d'une homogénéité parfaite, transparents et presque sans polychroïsme, puisque les cristaux purs des chromates et des séléniates sont très peu biréfringents [1]. Ces cristaux se comportent donc comme ceux d'acide phtalique, d'acide méconique, de nitrate et oxalate d'urée colorés par le bleu de méthylène ou de salmiac colorés par $FeCl^3$ [2], avec toutefois cette différence que leur faciès n'est pas modifié. Pour simplifier les descriptions ultérieures, je désigne par A ce genre de structure.

Lorsque la solution contient suffisamment de manganate pour laisser déposer des cristaux de ce sel, les cristaux du type A continuent à s'accroître, mais les nouvelles couches déposées sont formées par un mélange mécanique de très petits cristaux du type A et de manganate, les deux sortes ayant la même orientation, mais, à cause de l'opacité de ces nouveaux dépôts, l'accroissement ne peut pas être longtemps suivi. La structure des zones extérieures est par conséquent tout à fait différente de celles du centre, je la désigne par B.

Le phénomène est différent avec les sulfates de potassium, de rubidium et de cæsium cristallissant dans une solution contenant du manganate de potassium. Les premiers cristaux déposés sont d'abord presque purs, bien que la solution soit très riche en manganate, par conséquent ils n'appartiennent pas au type A. Au bout de quelques minutes, quand la solution, par suite de son altération, commence à prendre une teinte légèrement violacée, les cristaux des sulfates considérés se colorent, mais leur coloration diffère complètement de celle des cristaux des chromates et des séléniates, ils ont en effet une couleur bleu violacé et possèdent un fort polychroïsme (bleu suivant n_g, rougeâtre suivant n_p) ne correspondant pas du tout à leur biréfringence. Les cristaux pseudohexagonaux aplatis suivant la base montrent même, à cause de ce polychroïsme, des secteurs inégalement colorés, correspondant aux cristaux simples. Par conséquent, contrairement à l'opinion de Retgers, le composé colorant les cristaux diffère du manganate et ces derniers, d'après leur structure et leur polychroïsme, appartiennent au type B.

---

(1) J'ai montré (*Comptes rendus*, t. 149, 1909, p. 1004) que le polychroïsme des substances colorées artificiellement par la même matière colorante (type A) est d'autant plus fort que la biréfringence est plus élevée.

(2) P. Gaubert, *Bulletin de la Société fr. de Min.*, t. 25, 1902, p. 154; t. 28, 1905, p. 286; t. 38, 1915, p. 155.

Si la solution est suffisamment riche en manganate pour laisser déposer des cristaux de ce sel et surtout si le liquide, d'abord chaud, est convenablement refroidi pour que le sulfate et le manganate cristallisent, il se produit des cristaux formés de deux sortes d'éléments cristallins, possédant la même orientation, plus ou moins petits et parfois même invisibles au microscope. Ils appartiennent au type B et sont tout à fait différents de ceux des chromates et des séléniates du type A, qui ne se produit pas avec les sulfates. Les cristaux du type B sont instables, par suite de l'altération du manganate, alors que ceux du type A se conservent indéfiniment.

Les perchlorates de potassium et d'ammonium cristallisant avec le permanganate de potassium fournissent des cristaux du type A, tant que la solution n'est pas saturée de permanganate, mais si la saturation se produit aussi pour ce dernier, il se forme des cristaux mixtes du type B, composés de très petits éléments cristallins de perchlorate saturés, pour ainsi dire, de permanganate et de permanganate saturés de perchlorate, appartenant au type A. Ces faits permettent d'expliquer la forme de la courbe représentant la composition des cristaux en fonction de celle de la solution. Tant qu'il ne se produit que des cristaux du type A, la courbe se confond presque avec une droite, avec toutes les substances que j'ai étudiées.

Les corps isomorphes peuvent donc former des cristaux complexes par les deux mécanismes, que j'ai décrits depuis longtemps dans les cristaux constitués par deux substances ne présentant aucune analogie de forme cristalline. Les seules différences consistent en ce que, si les deux corps ne sont pas isomorphes, les cristaux de celui qui contient l'autre en petite quantité, changent de faciès et qu'il ne se produit pas de cristal constitué par les deux types associés.

En tenant compte de l'ensemble des propriétés, il me paraît que l'expression de *solution solide* doit être réservée aux cristaux du type A, que les corps soient isomorphes ou non. Le corps dissous, c'est-à-dire celui qui se trouve en petite quantité par rapport à l'autre, peut même être liquide à la température ordinaire comme c'est le cas pour l'alcool éthylique, dissous dans les cristaux d'acide phtalique (¹) ou même gazeux, les zéolites doivent être considérées comme des solutions solides. Les cristaux du type B, formés par l'association régulière de cristaux très petits et peut-être même

(¹) P. Gaubert, *Comptes rendus*, t. 147, 1908, p. 632.

dans certains cas par les particules cristallines elles-mêmes, peuvent être désignés sous le nom de *cristaux mixtes* [1].

CRISTALLOGRAPHIE. — *Sur les franges d'interférence développées par le frottement et l'électricité dans certains liquides anisotropes.* Note de M. F. GRANDJEAN.

Je décrirai seulement ici des faits, sans chercher à les rattacher à une hypothèse quelconque.

Le liquide anisotrope est observé au microscope entre deux lames de substances différentes, par exemple deux lames de clivage de talc et de brucite, qu'il convient de choisir bien transparentes et incolores. L'une des lames est fixe; l'autre est rendue solidaire du chariot mobile que porte la platine du microscope. En déplaçant le chariot on fait donc mouvoir une lame par rapport à l'autre et il y a frottement si les lames se touchent. Pour placer au centre du champ le point de frottement, j'ai trouvé commode de courber la lame inférieure en la collant sur la surface d'une lentille convexe dont on surmonte le condensateur, la convexité étant naturellement dirigée vers le haut.

Dans ces conditions on voit se former des franges vivement colorées en lumière blanche, dès qu'on agit sur les vis qui déplacent le chariot. Ces franges n'apparaissent que dans les parties qui viennent de frotter l'une sur l'autre. Elles sont très fugitives. Dès que le mouvement cesse, elles s'effacent en une fraction de seconde. Dans les cas les plus favorables elles persistent 1 ou 2 secondes. Enfin, très exceptionnellement, et seulement dans les régions assez épaisses de la préparation, j'ai vu les couleurs se maintenir plusieurs minutes. Ces plages colorées persistantes ont les mêmes caractères que les plages fugitives, mais sont ordinairement moins homogènes, plus irrégulières. Elles sont plus colorées quand elles ne sont pas tout à fait au point, comme les stries colorées dont il sera question plus loin.

Les couleurs dépendent de l'épaisseur du liquide au point où elles se forment. Pour des épaisseurs graduellement croissantes à partir de zéro, on observe la succession suivante : blanc, blanc brunâtre, brun, brun sombre passant au pourpre foncé dans des limites d'épaisseur très étroites, bleu indigo vif, bleu verdâtre, vert, jaune, jaune

---

[1] C. Viola (*Acad. dei Lincei*, t. 25, 1916, II, p. 285) admet que les cristaux composés de $SO^4Mg.7H^2O$ et de $SO^4Zn.7H^2O$ sont des mélanges mécaniques homogènes.

rougeâtre, rouge, puis une alternance de verts et de rouges de plus en plus effacés. C'est une série tout à fait analogue à celle des anneaux de Newton ou à celle de polarisation chromatique entre nicols parallèles. On obtient les couleurs d'autant plus facilement que l'épaisseur du liquide est plus faible. Celles d'ordre supérieur sont difficiles à observer.

On voit assez souvent, dans les parties un peu épaisses, qui dépassent le premier bleu, et au moment où les couleurs achèvent de disparaître, des stries fines parallèles diversement orientées. Ces stries sont plus fugitives encore que les couleurs. Elles suggèrent l'idée d'une structure du liquide. Les couleurs seraient dues à une structure particulière, développée par le frottement.

En lumière monochromatique on voit une succession de franges sombres et claires, dans les mêmes conditions.

Ces observations ont été faites sans polariseur ni analyseur. Si l'on interpose un analyseur dans une direction quelconque, ou une lame cristalline surmontée d'un analyseur, rien n'est modifié. La lumière colorée qui émerge de la substance paraît donc formée d'un mélange de radiations diversement orientées comme la lumière ordinaire.

La direction dans laquelle on produit le frottement ne change rien au phénomène, comme aussi l'orientation d'une lame cristalline par rapport à l'autre. La nature des parois frottantes n'intervient pas davantage. Les lames de talc et de brucite choisies comme exemple peuvent être remplacées par beaucoup d'autres couples; on peut remplacer une lame cristalline par du verre; mais certains couples produisent facilement les couleurs, d'autres difficilement, d'autres pas du tout.

J'ai pensé, en rapprochant ces observations, que ce qui agit pour donner les couleurs, c'est l'électricité que développe le frottement, et qui se dissipe ensuite par décharge à l'intérieur du liquide. J'ai donc observé le liquide anisotrope sur une lame de verre, dans un champ électrique, entre deux conducteurs de métal mis en communication avec les pôles d'une machine électrostatique. On voit en effet les mêmes couleurs se former dans le liquide, mais par endroits seulement, et d'une manière très irrégulière. On facilite d'ailleurs beaucoup le phénomène en laissant le liquide venir au contact des conducteurs métalliques, sans doute parce qu'il se charge plus facilement.

Les couleurs ainsi formées sont les mêmes que celles développées par le frottement, et elles en ont toutes les propriétés; elles sont aussi fugitives, et disparaissent avec le champ, par exemple quand l'étincelle éclate; elles peuvent également persister, d'une manière exceptionnelle, tout à fait comme dans le cas du frottement; mais on voit bien mieux qu'elles

résultent d'une structure. Le plus souvent, en effet, l'action du champ électrique forme souvent des stries colorées mobiles, bien séparées les unes des autres. Ces stries ont une couleur qui dépend de l'épaisseur du liquide. La succession des couleurs pour les épaisseurs croissantes est celle donnée plus haut. Les stries sont assez peu colorées quand on les met exactement au point, et beaucoup plus quand le microscope n'est pas tout à fait au point. Ce fait s'observe d'autant mieux que l'épaisseur est plus forte, tant que la couleur est vive. Si les stries se rapprochent suffisamment dans une région, l'œil ne les sépare plus et tout le liquide paraît uniformément coloré. Dans les grandes épaisseurs on ne voit aucune couleur, mais des *fils* nombreux qui ne diffèrent peut-être pas des stries dont je viens de parler. Ces fils se meuvent rapidement. Ils sont orientés à peu près suivant la direction du champ. Leur nombre s'accroît avec l'intensité du champ électrique et peut devenir tel que le liquide ne laisse presque plus passer la lumière.

Je me suis servi des azoxyanisol, anisolphénétol et phénétol pour le frottement, et d'azoxyanisol pour l'action du champ électrique.

Les observations précédentes montrent que le frottement ou l'électricité peuvent développer dans ces liquides une structure particulière qui est telle que la lumière, en la traversant, subit des interférences et sort colorée. J'ajouterai qu'il y a aussi coloration de la lumière réfléchie, mais je n'ai observé ce fait qu'avec le frottement. En outre, la lumière réfléchie est bien plus intense dans les régions qui sont colorées par transmission que dans les régions normales. Les premières régions tranchent vivement sur le fond sombre ou noir de la préparation dès qu'on supprime l'éclairage inférieur du microscope.

GÉOPHYSIQUE. — *A propos de la* protosphère *ou coque primitive de scories de M. H. Douvillé*. Note de M. Adrien Guébhard, présentée par M. H. Douvillé.

Dans ma Note du 23 juillet 1917 (1), envisageant seulement le côté physique du problème du volcanisme, et frappé par la réponse immédiate qu'apportaient les propriétés connues du fer au postulat d'une substance qui, pour surnager sa fonte, foisonnât au moment de la solidification,

(1) *Sur une manière nouvelle de comprendre le volcanisme et les apparences pseudo-éruptives du granite* (*Comptes rendus*, t. 165, 1917, p. 150).

j'admis d'emblée que c'était de ce métal qu'avait dû se former la première pellicule solide à la surface du globule incandescent de Laplace. J'ignorais à ce moment qu'une autre donnée, fort importante et remontant encore plus haut, eût été déjà apportée sur le même sujet par M. H. Douvillé (1), qui, avec une vraisemblance touchant à la certitude, puisque basée sur des faits observables dans nos hauts fourneaux, avait attribué à la scorification de la fonte magmatique, au cours du refroidissement, la formation de la première croûte siliceuse, destinée à servir de plancher aux phénomènes ultérieurs de la sédimentation.

Certes il me parut (Note du 25 février 1918) que cette écorce, interceptant elle-même l'action superficielle d'oxydation d'où elle naissait, n'avait dû constituer qu'une coque relativement fragile et de peu d'épaisseur (2), dont le renforcement ne s'effectua, par la base, qu'au moment où la suite du refroidissement (3) amena la prise du magma ferrugineux. Mais celui-ci n'en resta pas moins isolé dès lors pour toujours du contact atmosphérique par l'émail vitreux, premier formé, auquel il semble indiqué, vu l'importance de son rôle, d'attribuer dorénavant, dans la nomenclature adoptée, un nom spécial : celui, par exemple, de *protosphère*.

Ravinée dès les premiers jours par les dégorgements continus d'une atmosphère encore très chargée (4), c'est de l'amalgamation de la substance de cette protosphère avec celle des éjections volcaniques (5)

---

(1) H. Douvillé, *Les premières époques géologiques* (*Comptes rendus*, t. 159, 1914, p. 221).

(2) L'épaisseur maximale étant, en plus, limitée par la quotité de matière oxydable offerte à la surface du magma.

(3) Même en tenant compte des revêtements ultérieurs, il semble difficile d'admettre que le refroidissement ait pu être dès ce moment arrêté. Or la formation des scories dans les hauts fourneaux ayant lieu vers 1850°, c'est vers 1500° que commence la solidification du fer, et il y a tout lieu de croire que ces chiffres furent bien plus élevés sous les formidables pressions de l'époque.

(4) Un des problèmes les plus instants qui semblent se poser dorénavant serait de pouvoir établir rigoureusement l'ordre des condensations liquides et solides en fonction de l'abaissement des températures et pressions, de manière à pouvoir faire un départ sûr entre les substances simples ou composées qui, ayant rejoint le magma avant son occlusion, ne sont venues à notre connaissance que par les rejets volcaniques, et celles qui, plus particulièrement intéressantes au point de vue minier, ont été retenues plus ou moins à notre portée par l'interposition de la protosphère.

(5) Amalgame qui, si longtemps, fit croire à la provenance ignée des roches granitoïdes, même alors que l'observation minéralogique avait fait reconnaître l'aspect

par des ruissellements brûlants, surtout alcalins et longtemps anhydres, que furent constituées, dans les chenaux géosynclinaux, les premières sédimentations azoïques, base de la *lithosphère*, pour lesquelles ma Note du 29 avril 1918 ([1]) réclamait, dans la terminologie géologique, une désignation spéciale, digne de l'importance qui leur a toujours été reconnue et de la très longue durée de leur formation, qui a dû correspondre à une chute de température de près de 1500°, tandis que celle des formations hydriques n'a guère pu porter que sur un refroidissement total de 350°, dont moins de 100° pour la sédimentation fossilifère ([2]).

Il est d'ailleurs à remarquer que toutes les considérations présentées dans ma Note du 25 mars 1918 sur la notion de « géosynclinal », étant absolument indépendantes de la substance de la première pellicule, s'appliqueraient aussi bien à la protosphère avant qu'après son renforcement par une armature ferrugineuse, soit que ce renforcement ait intéressé dès le début tout le dessous de la coque, ou seulement la convexité centrale des boucliers continentaux, sans atteindre les bords défléchis. Bien loin, par conséquent, que la notion d'une *ferrisphère* soit en contradiction avec celle, encore moins hypothétique, de la *protosphère* de M. Douvillé, elle en est plutôt, littéralement parlant, la corroboration, puisque, en donnant à la coque fragile la qualité de « plancher résistant » ([3]), elle en fait la base solide d'une théorie qui, après avoir fourni une explication élémentaire du volcanisme, et ramené à une formule unique les éjections cristallophylliennes et tout le diastrophisme cortical, a englobé tout naturellement une foule de singularités demeurées en marge de toute interprétation et, finalement, par sa schématisation synthétique de la structure du sphéroïde, offert un terrain de conciliation probable aux multiples jeux de calcul par lesquels les mathématiciens, grâce à l'indétermination de la plupart des données du problème, étaient arrivés aux conclusions les plus variées pour satisfaire chacun à telle ou telle par-

---

détritique et nettement remanié des éléments de cette origine. M. H. Douvillé, dans la Note précitée, établissait clairement ce mode de formation purement sédimentaire des gneiss.

([1]) *A propos de l'écorce sédimentaire* (*Comptes rendus*, t. 166, 1918, p. 694).

([2]) Même si le ralentissement du refroidissement superficiel, qui semble aujourd'hui bien près de son point mort, a pu atténuer le contraste des écarts thermométriques, ceux-ci n'en conservent pas moins toute leur importance pour une subdivision rationnelle des temps azoïques de la sédimentation.

([3]) *A propos de l'écorce résistante* (*Comptes rendus*, t. 166, 1918, p. 420).

ticularité, seule envisagée. Notre abstention systématique de tout essai prématuré de précision chiffrée laisse le champ ouvert aux calculateurs pour encadrer dorénavant dans la généralité de nos données physiques la spécialité trop diverse de points de vue, qui ne les a pas empêchés d'aboutir presque tous à la notion d'une coque métallique élastique, dont l'emplacement seul et les dimensions restaient à préciser par rapport à la *pyrosphère*, hors de discussion de par la géologie, et à la *barysphère*, dont la position nucléaire et centrale s'impose par définition.

RADIOLOGIE. — *La radiographie anthropométrique du pouce.* (*Superposition des empreintes digitales, du squelette et de l'ongle.*) Note de M. **Henri Béclère**, présentée par M. Quénu.

Cette méthode simple permet de fixer sur un cliché, avec la plus grande netteté et sans écrasement des lignes, les moindres détails de la structure de la peau de la région palmaire des extrémités digitales. Les sillons apparaissent avec leurs multiples dédoublements et les orifices des glandes cutanées sont tous mis en évidence. La limpidité des images obtenues permet les agrandissements photographiques de grandes dimensions, 30×40 par exemple. C'est de plus, avec l'apparition du squelette et la venue des limites unguéales, l'introduction dans les indications anthropométriques de deux facteurs nouveaux avec toutes leurs conséquences au point de vue des rapports. Le profil de l'ongle varie avec chaque individu. Pour un ongle donné, d'autre part, la forme de la matrice et des bords latéraux paraît immuable dans le temps chez le même individu. La projection de la matrice unguéale sur le squelette varie également à l'infini et ses rapports avec les sillons cutanés, les variations du squelette et les surfaces articulaires sont autant d'indications nouvelles.

Pour faire apparaître sur la plaque les limites unguéales il suffit de les indiquer légèrement par un sel à poids atomique très élevé, partant très opaque aux rayons X. Nous utilisons le minium. Les rainures unguéales sont saupoudrées de minium à l'état pulvérulent. Afin de ne pas surcharger les images, le minium ne doit pas être mis en excès. Les limites de l'ongle doivent donc être indiquées par un fin liséré. Le surplus de substance opaque doit être enlevé. Il disparaît très facilement à l'aide d'un tampon d'ouate hydrophile trempé dans l'essence minérale. La peau de la région palmaire est décapée sommairement au tampon imbibé d'essence. Puis elle est

imprégnée légèrement de vaseline ou de lanoline. Enfin, on lui fait subir un massage avec un tampon recouvert de minium.

Au point de vue radiographique, pour permettre la constance des résultats, nous utilisons le nouveau tube Coolidge à ailettes. Ce tube donne des images d'une très grande finesse. L'ampoule, d'autre part, doit être rigoureusement centrée. Les rayons sont de qualité 5 à 6 Benoit, c'est-à-dire peu pénétrants. Pour avoir cette qualité de rayonnement, nous n'utilisons que la moitié du transformateur industriel nouveau modèle, type Gallot. De cette façon nous avons un tube qui fonctionne avec un degré de rayonnement toujours le même. Grâce à lui nous évitons les ennuis des soupapes et ceux des interrupteurs.

On fait passer le rayon normal par le milieu de la base unguéale. Ce centrage est capital, car c'est la projection de la base de l'ongle sur la plaque qui deviendra le point d'établissement de tous les rapports possibles avec les détails du squelette, des surfaces articulaires et des sillons cutanés.

Dans nos recherches actuelles, nous n'avons étudié que la portion antérieure du pouce gauche. Les plaques de dimensions $4\frac{1}{2} \times 6$ sont les plaques ordinaires dites *radiographiques*. La distance constante anticathode-plaque est de 40^{cm}, ceci pour éviter les déformations dans les projections. L'intensité toujours la même est de 10 milliampères et le temps de pose 3 secondes. Le pouce est posé bien à plat, sur la plaque entourée de papier noir, contre la surface sensible. Pour ne pas déformer les lignes, le pouce doit être appliqué sans pression. Il doit rester immobile.

Par ce procédé radiographique on arrive donc à mettre en évidence sur le cliché, en plus de l'image du squelette, les plus fins détails de la structure des empreintes digitales. Par la présence d'un sel très opaque aux rayons X dans les rainures unguéales, les contours de l'ongle viennent également.

La superposition des ombres du squelette, des rainures unguéales, sur les détails de la peau ne nuit absolument en rien à la netteté et à la limpidité des images obtenues.

BIOLOGIE. — *Indices syphilimétriques. Détermination colorimétrique des écarts de stabilité.* Note de M. **Arthur Vernes**, présentée par M. Roux.

On a vu que le sérum syphilitique jouit d'une curieuse propriété qui permet de le distinguer d'un sérum normal, à la façon particulière dont il diminue la stabilité d'une suspension colloïdale spécialement appro-

priée (1), diminution de stabilité qui peut êre indirectement mesurée en nuances d'hémolyse.

I. Pour enregistrer ces nuances d'hémolyse, il faut une échelle colorimétrique dont le tube le plus teinté fixe d'une manière constante la quantité de globules rouges à introduire dans chaque expérience.

Les teintes de mon échelle colorimétrique décroissent de 8 à 0 et le liquide 8, le plus teinté, est préparé de la façon suivante :

Fuchsine acide à 1 pour 1000 dans l'eau distillée..............			10^{cm^3}
Acide picrique à 1 pour 100 dans l'eau distillée...............			10^{cm^3}
Acide acétique cristallisable	4^{cm^3}	de ce mélange	110^{cm^3}
Formol à 40 pour 100...............	$2^{cm^3},5$		
Eau distillée, quantité suffisante pour	100^{cm^3}		

Les autres teintes de l'échelle sont obtenues par dilution du liquide 8 dans de l'eau acétique, suivant les proportions que voici :

Dilution du liquide 8.				Rapport des teneurs en colorant.		
				Teintes.	Teneur du liquide.	Rapport.
				8	1	
Liquide 8 dilué au	$\frac{1}{2}$ (1+1)	donne liquide	7	7	$\frac{1}{2}$	2
»	$\frac{1}{3}$ (1+2)	»	6	6	$\frac{1}{2}\times\frac{2}{3}=\frac{1}{3}$	1,5
»	$\frac{2}{9}$ (2+7)	»	5	5	$\frac{1}{3}\times\frac{2}{3}=\frac{2}{9}$	1,5
»	$\frac{4}{27}$ (4+23)	»	4	4	$\frac{2}{9}\times\frac{2}{3}=\frac{4}{27}$	1,5
»	$\frac{8}{81}$ (8+73)	»	3	3	$\frac{4}{27}\times\frac{2}{3}=\frac{8}{81}$	1,5
»	$\frac{16}{243}$ (16+227)	»	2	2	$\frac{8}{81}\times\frac{2}{3}=\frac{16}{243}$	1,5
»	$\frac{32}{729}$ (32+697)	»	1	1	$\frac{16}{243}\times\frac{2}{3}=\frac{32}{729}$	1,5
»	$\frac{1}{65}$ (1+64)	»	0			

Ce qui revient à ajouter à une teinte moitié de son volume d'eau pour passer à la teinte au-dessous.

(1) *Comptes rendus*, t. 165, 1917, p. 769, et t. 166, 1918, p. 575.

Les liquides 8, 7, 6, 5, etc., donnent les teintes 8, 7, 6, 5, etc., sous une épaisseur de 11^{mm}, 5, pratiquement dans nos tubes $13^{mm} \times 60^{mm}$ de dimensions extérieures.

Les teintes ainsi obtenues se conservent longtemps en milieu acide, dans des tubes de *cristal* et à l'abri de la lumière.

Le liquide 0 doît être légèrement coloré, parce que les tubes de l'expérience contiennent du sérum.

Il est intéressant de constater, une fois l'échelle établie par tâtonnements, que les nuances choisies par l'œil, pour faire notre gamme de huit teintes, se trouvaient correspondre, à une légère correction près, à une graduation telle que le rapport entre deux teintes successives est constant et correspond, à partir de la teinte 7, aux rapports logarithmiques de leurs teneurs en particules colorantes.

II. Les nuances d'hémolyse obtenues dans ma réaction au péréthynol et au sérum de porc, suivant la quantité de globules rouges dissous, peuvent être représentées en chiffres par le numéro de teinte correspondant de l'échelle colorimétrique.

Toute l'expérience est réglée pour que le sérum humain normal donne la teinte 8, et pour que les plus petits écarts de stabilité dus au sérum syphilitique se traduisent par un écart d'hémolyse vers le 0 (indices syphilimétriques).

On est arrivé à ce réglage par une longue étude comparée des symptômes cliniques, de la curieuse particularité des humeurs syphilitiques qui donne l'écart de stabilité, et la modification de cette particularité sous l'effet d'une médication spécifique intensive.

C'est en suivant le graphique des résultats obtenus au cours d'un nombre considérable de déterminations sérologiques et pour un nombre considérable de malades, qu'on a pu obtenir des repères dont voici les trois principaux :

1° Toute infection syphilitique s'accompagne d'une modification pathognomonique des humeurs qui trouble leur stabilité.

2° Cette modification pathognomonique peut disparaître sous l'influence d'un traitement arsenical, mais chaque fois que le traitement a été insuffisant, elle réapparaît du deuxième au cinquième mois, rarement du cinquième au septième.

3° Lorsque, à la suite d'un traitement arsenical, la disparition de cette modification pathognomonique reste consolidée pendant 8 mois à partir de la fin du traitement *et sous le contrôle d'une ponction lombaire normale*, jamais on n'a observé sa réapparition ultérieure.

Conclusion. — La détermination de ces repères (base de notre syphili-

métrie) découle d'une observation qui dépasse aujourd'hui 8 ans et d'après laquelle on a pu fixer d'une manière précise [1] les conditions physiques nécessaires d'une séroréaction qui permet de démasquer systématiquement toute syphilis ignorée et d'être prévenu avec sécurité, à la suite de n'importe quel traitement si le malade reste infecté.

BACTÉRIOLOGIE. — *La prophylaxie et le traitement de la grippe.* Note de MM. **Defressine** et **H. Violle**, présentée par M. Roux.

L'épidémie de grippe qui sévit actuellement à Toulon, et qui n'est qu'un prolongement de la grande pandémie d'influenza semblant atteindre l'Europe entière, est caractérisée par des complications exclusivement pleuro-pulmonaires et d'origine essentiellement pneumococcique. La grippe en elle-même, dont le virus reste encore ignoré, n'a causé aucun décès; ses complications ont déterminé par contre la mort dans 9 à 10 pour 100 des cas.

Nous nous sommes efforcés d'éviter, dans les hôpitaux affectés aux grippés, les complications pulmonaires parmi les malades, et la contagion parmi ceux qui les soignent.

Nous sommes arrivés à d'excellents résultats en ce qui concerne le premier point, grâce au sérum antipneumococcique, tel que nous l'ont très aimablement mis à notre disposition MM. Nicolle et Truche. Nous avons appliqué ce sérum à titre préventif et à titre curatif, de la façon suivante, et après vaccination antianaphylactique, suivant le procédé de Besredka.

a. A titre préventif : à tout entrant pour grippe, ne présentant aucune complication pulmonaire, on injecte sous la peau de la région antéro-externe de la cuisse 40^{cm^3} de sérum ;

b. A titre curatif : à tout malade atteint de grippe et présentant des complications pulmonaires, et ayant reçu ou non au préalable la dose préventive, on injecte dans les mêmes conditions 80^{cm^3} à 100^{cm^3} de sérum. Si les phénomènes ne s'amendent pas nettement dans les 24 à 36 heures, on réinjecte 60^{cm^3} à 80^{cm^3} de sérum.

Nous avons obtenu de remarquables résultats par cette méthode : préven-

---

(1) *Comptes rendus*, t. 167, 1918, p. 383.

tivement on évite d'une façon presque absolue toutes complications; curativement on les fait régresser très rapidement, lorsqu'elles sont peu prononcées (noyaux de broncho-pneumonie, foyers de congestion pulmonaire, etc.); lorsque les lésions sont très avancées, on obtient encore de bons effets et souvent la guérison. D'une façon générale, ce qui est d'ailleurs un fait banal, les résultats sont d'autant meilleurs que le traitement est appliqué plus près du début de l'accès grippal.

Comme mesures préventives de la grippe, nous avons eu recours à deux méthodes :

1° *Vaccination.* — On injecte sous la peau de la région omo-vertébrale $1^{cm^3},5$, puis 4 jours plus tard 3 de sérum provenant de sujets atteints de grippe au début de leur affection, à la période d'acmé et en dehors de toutes complications. Le sérum chauffé, phéniqué, est vérifié au point de vue de son origine et de sa stérilité. On ne note aucune réaction locale ou générale à la suite de ces inoculations.

2° *Masque.* — Nous avons préconisé le port d'un masque fait d'un rectangle de gaze plié en quatre épaisseurs et maintenu à l'aide de cordelettes. Il protège le nez et la bouche contre l'introduction des particules virulentes projetées par le malade lors d'accès de toux, etc.

Ces deux procédés n'ont pas encore fait suffisamment leurs preuves; cependant aucune des personnes qui les ont appliqués n'a contracté la grippe. Comme ces mesures sont absolument inoffensives et très faciles à mettre en pratique, nous nous permettons de les faire connaître, afin, en ce qui concerne tout au moins la seconde, de diminuer le pourcentage de la contagion et de ses suites parmi les personnes soignant les grippés.

A 15 heures trois quarts l'Académie se forme en comité secret.

La séance est levée à 16 heures et demie.

E. P.